云 南 植 物 研 究　1993; 15 (4): 377—384
Acta Botanica Yunnanica

青藏高原一些种子植物的核型研究

顾志建　王　丽　孙　航　武素功
(中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204)

摘要 本文对产于青藏高原地区的 11 个属 12 个种植物进行了核型分析。大部份种为首次报道。它们的核型公式和核型不对称性如下：云雾雀儿豆 *Chesneya nubigena* (D.Don) Ali, 为 2n＝16＝10m+6sm,属 2B 型；变色锦鸡儿 *Caragana versicolor* Benth., 为 2n＝18＝14m+4sm, 2B 型；藏北锦鸡儿 *Caragana gerardiana*, 2n＝ 18＝ 14m+ 4sm, 2B 型；异叶青兰 *Dracocephalum heterophyllum* Benth., 为 2n＝24；西藏泡囊草 *Physochlaina praeslta*, Kuang & A.M.Lu 2n＝42＝34m+8sm, 2A 型；洼瓣花 *Lloydia serotina* (L.) Reich.,2n＝ 24＝6m+10sm+8st, 3B 型；高山韭 *Allium sikkimense* Baker, 为 2n＝24＝48＝38m+6sm+4st,2A 型；垫形蒿 *Artemisia minor* Jacq. ex DC., 2n＝18＝16m+2sm, 2A 型；弯茎还阳参 *Crepis flexuosa* (Ledeb.)C.B.Clarke, 2n＝14＝12m+2sm, 2A 型；西藏微孔草 *Microula tibetica* Benth., 2n＝24；高原芥 *Christolea crassifolia* Camb., 2n＝14＝6m+6sm+2st, 2A 型；卷叶黄精 *Polygonatum cirrhifolium* (Wall.)Royal, 2n＝52＝14m+4sm+28st+6t, 2B 型。

关键词 青藏高原；云雾雀儿豆；变色锦鸡儿；藏北锦鸡儿；异叶青兰；西藏泡囊草；洼瓣花；高山韭；垫形蒿；弯茎还阳参；高原芥；西藏微孔草；卷叶黄精；核型

A CYTOLOGICAL STUDY OF SOME PLANTS FROM QINGHAI–XIZANG PLATEAU

GU Zhi–Jian, WANG Li, SUN Hang, WU Su–Gong
(*Kunming Institute of Botany, Academia Sinica,* Kunming 650204)

Abstract In the present paper, the chromosome of 12 species in 11 genera of 7 famillies from the western Qinghai–Xizang Plateau were inverstigated in order to accumulate cytological data of this very species flora. Most of them are the dominant species to establish the plant communities of this region. Their karyotype formulas, and karyotype asymmtry following Stebbins′s classification, are shown as follows: *Chesneya nubigena* (D.Don)Ali, 2n＝16＝ 10m+ 6sm, 2B; Caragana versicolor Benth., 2n＝18＝14m+4sm, 2B; *Caragana gerȃrdiana,* 2n＝18＝14m+4sm,2B;Dracocephalum heterophyllum Benth., 2n＝24; *Physochlaina praeslta*,Kuang & A.M.Lu 2n＝42＝34m+8sm, 2A; Lloydia serotina(L.) Reich.,2n＝24＝6m+ 10sm+8st, 3B; *Allium sikkimense* Baker, 2n＝24＝48＝38m+6sm+4st,2A; *Artemisia minor* Jacq. ex DC., 2n＝18＝16m+2sm, 2A; *Crepis flexuosa* (Ledeb.)C.B.Clarke, 2n＝14＝12m+2sm, 2A; *Microula tibetica* Benth., 2n＝24; *Christolea crassifolia* Camb., 2n＝14＝6m+6sm+2st, 2A; *Polygonatum cirrhifolium* (Wall.)Royal, 2n＝52＝14m+4sm+28st+6t, 2B. From the above results it can be seen

1992–01–11 收稿，1992–06–30 修回

all the other species studiedhere are diploids except 3 ones (*A. sikkimense*, *P. cirrifolium* and *P. praealta*)being polyploida, which suggests diploid might prevails in the dominant species of the western Qihai–Xizang Plateau. Certain it is the species studied are too few to reach a final conclusion and further studies must be made.

Key words Qinghai–Xizang; *Chesneya nubigena; Caragana versicolor; Caragana gerardiana ; Dracocephalum heterophyllum; Physochlaina praeslta; Lloydia serotina ; Allium sikkimense; Artemisia minor; Crepis flexuosa; Microula tibetica ; Christolea crassifolia; Polygonatum cirrhifolium;* Karyotype

青藏高原位于我国西部地区，曾是古地中海的一部份。第三纪始新世纪末海水逐渐消退才成为陆地。渐新世以后，喜马拉雅山脉隆起并不断升高，青藏高原也随之而起。由于地势的不断增高，青藏高原植被在环境的影响下发生了巨大的变化，形成一个新的、年轻的植物区系，分化程度强烈，特有种多[1]。50年代以后，中国科学院多次组织综合考察队对青藏高原进行地质、地理、生物等方面的考察。1990年昆明植物研究所又派遣一支青年考察队对这一地区植物进行了全面、系统的调查，使人们对该地区植物的分布有了更多的认识。在上述工作的基础上，开展对青藏高原植物的细胞学研究，也许会对了解这一地区植物区系的演化过程有所帮助，同时填补了我国在该地区植物细胞学的空白。

材料和方法

实验材料采自青藏高原(见表1)。以种子萌发取根尖，用0.002mol／L的8－羟基喹啉在室温下预处理1小时，经卡诺固定液(冰醋酸：95%乙醇＝1:3)在冰水中固定20分钟，水洗后再用1:1的1mol／L盐酸和45%的醋酸在60℃下水解30秒，1%的醋酸地衣红染色。按常规方法压片。核型分析按Levan[2]的标准。核型分类按Stebbins[3]的标准。凭证标本存于昆明植物研究所标本馆。

表1 材料来源及编号

Table 1 The localities and clones of materials

NO	种 名 Species	产 地 Locality	海拔(m) Altitude	凭证标本 Vouchers*
1	*Caragana versicolor* Benth.	Qinghai Tuotuohe	4600	No. 414
2	*Caragana gerardiana* Royle	Xizang Lazge	3800	No. 635
3	*Chesneya nubigena* (D. Don) Ali	Xizang Pulan	4900	No. 497
4	*Christolea crassifolia* Camb.	Xizang Geju	4300	No. 422
5	*Physochlaina praealta* (Decne.) Miers	Xizang Geju	4300	No. 421
6	*Allium sikkimense* Baker	Qinghai Tuotuohe	4600	No. 793
7	*Lloydia serotina* (L.) Reich.	Xizang Pulan	5000	No. 438
8	*Polygonatum cirrhifolium* (Wall.) Royal	Xizang Pomi	3000	No. 159
9	*Artemisia minor* Jacq. ex DC.	Qinghai Tuotuohe	3600	No. 818
10	*Crepis flexuosa* (Ledeb.) C.B.Clarke	Xizang Ritu	4300	No. 727
11	*Microula tibetica* Benth.	Qinghai Tuotuohe	4600	No. 813
12	*Dracocephalum heterophyllum* Benth.	Xizang Pulan	3700	No. 618

* 1990 Expedition to Xizang

表 2 染色体参数表

Table 2 The parameters of somatic chromosome in mitotic metaphase of some plants from Qing–Zang plateau

Chromosome	Caragana versicolor 2n = 16+2bs = 14m+2sm+2bs			Cargana gerardiana 2n = 16 = 14m+2sm			Chesnya nubigena 2n = 16 = 10m+6sm		
No	RL	AR	PC	RL	AR	PC	RL	AR	PC
1	14.88	1.34	m	16.16	1.01	m	15.53	1.61	m
2	13.69	1.55	m	14.25	1.22	m	14.70	1.30	m
3	12.30	1.95	sm	12.59	1.79	sm	13.45	2.13	sm
4	12.11	1.18	m	12.36	1.36	m	13.17	1.21	m
5	10.71	1.16	m	11.88	1.27	m	12.90	2.10	sm
6	10.32	1.08	m	11.88	1.50	m	12.48	2.10	sm
7	10.12	1.04	m	11.40	1.40	m	11.10	1.35	m
8	9.52	1.67	m	9.50	1.35	m	6.66	1.01	m
9	6.35								

Chromosome	Polygonatum cirrhifolia 2n = 52 = 14m+4sm+28st+6t			Allium sikkimense 2n = 48 = 38m+6sm = 4st			Physochlaina praealt 2n = 48 = 38m+6sm+4st		
No	RL	AR	PC	RL	AR	PC	RL	AR	PC
1	5.96	5.41	st	5.81	1.05	m	6.26	1.70	m
2	5.39	4.56	st	5.52	1.08	m	5.95	1.14	m
3	5.03	1.57	t	4.93	1.29	m	5.86	1.45	m
4	4.99	3.12	st	4.90	1.07	m	5.80	1.21	m
5	4.94	7.23	t	4.77	1.16	m	5.56	1.25	m
6	4.82	6.09	st	4.74	1.24	m	5.25	2.09	sm
7	4.62	5.42	st	4.64	1.07	m	5.02	1.24	m
8	4.54	5.31	st	4.39	1.44	m	4.79	1.69	m
9	4.51	1.73	sm	4.33	1.49	m	4.78	1.30	m
10	4.42	7.50	t	4.29	1.27	m	4.78	1.58	m
11	4.30	4.12	st	4.23	2.36	sm	4.57	1.95	sm
12	4.03	3.33	st	4.20	2.78	sm	4.56	1.27	m
13	3.90	1.25	m	4.11	1.60	m	4.56	1.68	m
14	3.87	3.16	st	4.07	1.05	m	4.32	1.24	m
15	3.78	3.50	st	4.07	1.53	m	4.24	1.04	m
16	3.54	3.92	st	3.98	3.33	st	4.24	1.04	m
17	3.53	3.01	st	3.73	3.05	st	4.10	1.30	m
18	3.34	4.57	st	3.63	1.67	m	4.02	1.73	sm
19	3.21	4.35	st	3.57	1.83	sm	3.86	1.17	m
20	2.94	1.51	m	3.51	1.58	m	3.78	2.50	sm
21	2.90	1.18	m	3.44	1.42	m	3.70	1.40	m
22	2.58	1.46	m	3.09	1.45	m			
23	2.34	1.41	m	3.09	1.45	m			
24	2.34	1.32	m	3.07	1.26	m			
25	2.18	1.45	m						
26	2.01	4.03	st*						

RL = Relative length; AR = Arm Ratio; PC = Position of centromere

* Indicating satellite chromosome

Table 2. (continued)

Chromo –some	*Christolea crassifolia* 2n = 14 = 6m+6sm+2st			*Crepis flexuosa* 2n = 14 = 12m+2sm			*Artemisia minor* 2n = 18 = 16m+2sm			*Lloydia serotina* 2n = 24 = 6m+10sm+8st		
No	RL	AR	PC	RL	AR	PC	RL	AR	PC	RL	AR	PC
1	20.50	1.62	m	19.00	1.22	m	16.41	1.24	m	14.28	4.39	st
2	16.90	3.15	st*	16.39	1.15	m	12.42	1.38	m	12.04	4.12	st
3	15.97	1.17	m	14.53	1.05	m	11.97	1.16	m	11.22	5.49	st
4	13.15	2.23	sm	14.34	1.14	m	10.42	1.14	m	8.77	1.78	sm
5	12.05	2.35	sm	12.29	2.88	sm	10.31	1.39	m	7.96	2.25	sm
6	10.96	1.19	m	12.10	1.24	m	9.98	1.05	m	7.65	1.50	m
7	10.48	2.05	sm	11.36	1.65	m	9.87	2.71	sm	7.14	2.50	sm
8							9.42	1.24	m	6.63	1.96	sm
9							9.20	1.37	m	6.43	1.43	m
										6.33	1.58	[illegible]
11										6.12	2.00	sm
12										5.41	4.30	st

结果与讨论

1. 变色锦鸡儿 Caragana versicolor Benth.

隶属于锦鸡儿属，西藏约有 15 种分布。其体细胞染色体数目为 2n＝16+2bs，核型公式为 2n＝16+2bs＝14m+2sm+2bs(见图版Ⅰ–A,Ⅱ–A)，核型模式图见图 1。染色体参数见表 2，染色体相对长度的大小为 14.88—9.52，最长与最短的染色体的比值为 1.56，没有臂比值大于 2.00 的染色体，核型对称性属于 1A 型。该种核型为首次报道。

2. 藏北锦鸡儿 Caragana gerardiana Royle

体细胞染色体数目为 2n＝16，核型公式为 2n＝16＝14m+2sm(见图版Ⅰ–H,Ⅱ–H)，核型模式图见图 1。染色体参数见表 2，染色体相对长度的大小为 16.16—9.50，最长与最短的染色体的比值为 1.70，没有臂比值大于 2.00 的染色体，核型不对称性属于 1A 型。该种核型为首次报道。

从以上结果可看出，这两个种的核型相似，核型不对称性都属于 1A 型，差异甚微。前种具两个 B 染色体，而后者没有。前人报道了该属另几个种的染色体数目为 2n＝16 [4–8] 张寿洲 [9] 对该属 8 个种的染色体数目进行了报道，多数种为 2n＝16，少数种为 2n＝32，从上述报道和本文的结果来看，*Caragana* 属的染色体基数为 x＝8。

3. 云雾雀儿豆 Chesneya nubigena (D.Don)Ali

体细胞染色体数目为 2n＝16，核型公式为 2n＝16＝10m+6sm(见图版 I–B,II–B)，核型模式图见图 1。染色体参数见表 2，染色体相对长度的大小为 15。65—6.70，最长与最短染色体的比值为 2.34，臂比值大于 2.00 的染色体的有 1 对，核型不对称性属于 2B 型。

雀儿豆属植物的染色体到目前为止还未见有报道，本文仅对云雾雀儿豆进行了观察，其结果 2n＝16。体细胞的染色体数目与本文研究的锦鸡儿属的两个种相同。它们的核型公式表现出一些差异，核型不对称性也不一样，前者为 2B 型，后者为 1A 型，且雀儿豆属的臂比值比锦鸡儿属大，按 Stebbins 核型不对称性的观点来看，云雾雀儿豆的核型较锦鸡儿豆进化。该属与锦鸡儿属亲缘关系很近。区别仅在于雀儿豆属植物为草本或半灌木，花序减退为单花，而锦鸡儿属为灌木，花序减退为 1—2 花。李沛琼 [10] 通过它们间的形态对比研究后认为雀儿豆属比锦鸡儿属要进化一些。

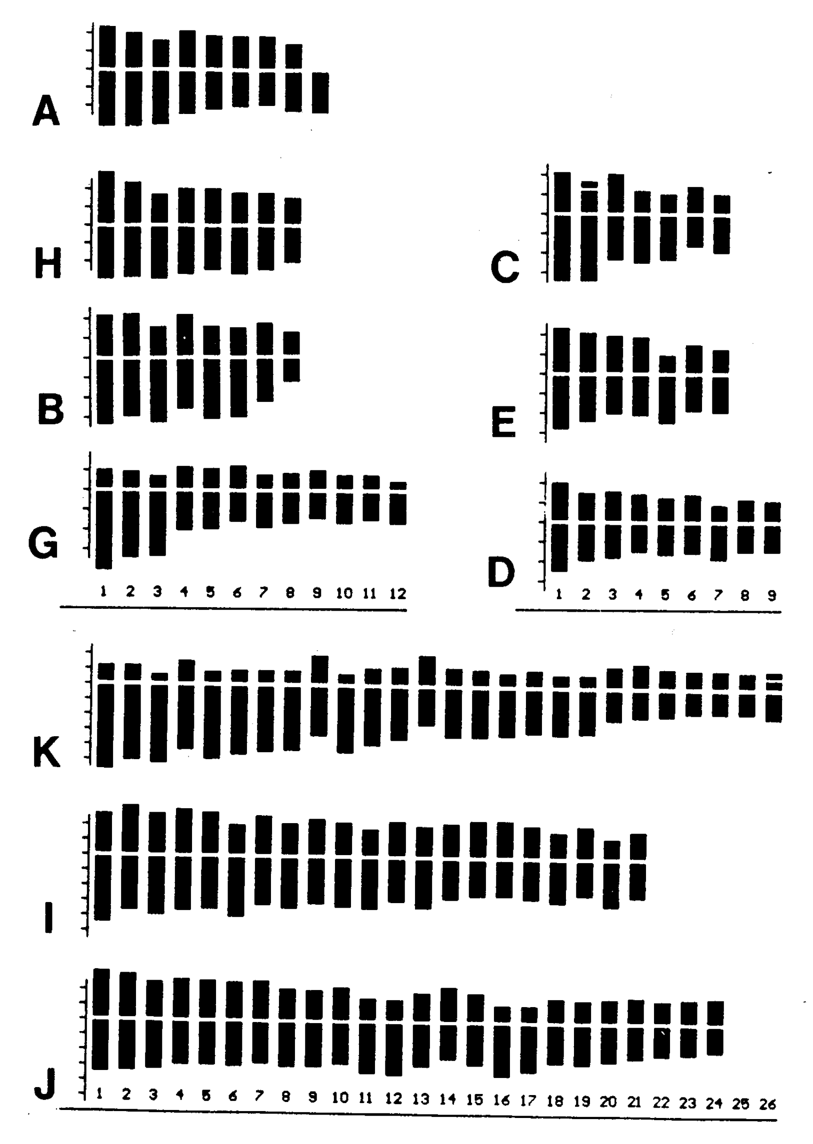


图1 核型模式图

Fig. 1 The idiograms

A. *Caragana versicolor* Benth. B. *Chesneya nubigena* (D. Don)ali. C. *Christolea crassifolia* Camb. D. *Artemisia minor* Jacq. ex DC. E. *Crepis flexuosa* (Ledeb)C. B. Clarke. G. *Lloydia serotina* (L.) Reich. H. *Caragana gerardiana* Royle. I. *Physochlaina praealta* (Decne.) Miers. J. *Allium sikkimense* Baker. K. *Polygonatum cirrhifolium* (Wall.) Roral.

4. 高原芥 Christolea crassifolia Camb. 高原芥属植物近20种, 主要分布于喜马拉雅。昆仑山及中亚的高山。我国有11种, 分布于青海, 西藏, 和新疆。西藏产约9种。

体细胞染色体数目为2n=14,核型公式为2n=14=6m+6sm+2st(见图版Ⅰ-C,Ⅱ-C), 核型模式图见图1。染色体参数见表2, 染色体相对长度的大小为20.50—10.48,最长与最短的染色体的比值为1.96, 臂比值大于2.00的染色体的有4对, 核型不对称性属于3A型。第2对染色体的短臂具随体。

该属植物的染色体数目尚未见报道, 从邻近的 *Parrya* 和 *Malcolmia* 两个属的染色体资料来看, 它们染

色体基数是 x＝7。本文所研究的高原荠为 2n＝14,该属的染色体基数也可能为 x＝7。

5. 西藏泡囊草 P. praealta (Decne) Miers

体细胞染色体数目为 2n＝42,核型公式为 2n＝42＝34m+8sm(见图版Ⅱ-I,Ⅲ-I),核型模式图见图 1。染色体参数见表 2,染色体相对长度的大小为 6.26—3.71,最长与最短的染色体的比值为 1.69,臂比值大于 2.00 的染色体的有 2 对,核型不对称性属于 2A 型。

Vasudevan [11] 报道该种的染色体数目为 n＝41。而本文作者观察了大量的细胞后所得到的该种植物的体细胞染色体数目为 2n＝42,与之完全不同。该属的染色体基数尚未见报道,从茄科的染色体资料来看,其它属的染色体基数多为 x＝7,本种可能是一个多倍体。

6. 高山韭 Allium sikkimense Baker

体细胞染色体数目为 2n＝48,核型公式为 2n＝48＝38m+6sm+4st(见图版Ⅱ-J,Ⅲ-J),核型模式图见图 1。染色体参数见表 2,染色体相对长度的大小为 5.81—3.07,最长与最短的染色体的比值为 1.89,臂比值大于 2.00 的染色体的有 1 对,核型不对称性属于 2A 型。该属植物种类较多,染色体资料报道得很多,其基数有 x＝7,8,9 三种。Levan [12] 报道产于喜马拉雅的高山韭为 2n＝32,因而该种的基数可能是 x＝8,这样,2n＝48 可能是六倍体。

7. 洼瓣花 Lloydia serotina (L.) Reich.

体细胞染色体数目为 2n＝24,核型公式为 2n＝24＝4m+12sm+8st(见图版Ⅰ-G,Ⅲ-G),核型模式图见图 1。染色体参数见表 2,染色体相对长度的大小为 14.28 —5.41,最长与最短的染色体的比值为 2.64,臂比值大于 2.00 的染色体的有 7 对,核型不对称性属于 3B 型。

该种的染色体数目的报道很多。其染色体数目大多为 n＝12 [13—15], Hong De-yuan 等 [16] 报道产于长白山的该种为 2n＝24,第 1—3 和第 10 对染色体为 st 型,且第 10 对染色体具随体。第 4—6 和第 8—9 对染色体为 sm 染色体,第 7 对染色体为 m 染色体,第 12 对可能是 T 染色体。本文所观察到的结果是除第 1—5 对和第 8 对染色体的类型同上外,第 6,9 对为 m 型,第 7 对,10—11 对为 sm 型,第 12 对为 st 型,且没有观察到具随体的染色体。由此可以看出同种不同产地的核型可能存在变异,也不排除人为因素。

8. 卷叶黄精 Polygonatum cirrhifolium (Wall.) Royal

体细胞染色体数目为 2n＝52,核型公式为 2n＝52＝14m+4sm+28st+6t(见图版Ⅱ-K,Ⅲ-K),核型模式图见图 IV。染色体参数见表 2,染色体相对长度的大小为 5.96—2.01,从大到小逐渐变化。最长与最短的染色体的比值为 2.97,臂比值大于 2.00 的染色体的有 4 对,核型不对称性属于 2B 型。第 26 对染色体短臂上具随体。

Kumar [17] 报道了来自喜马拉雅的该种的染色体数目为 2n＝38。汪劲武 [18] 报道青海的材料为 2n＝20＝12m+8sm,核型具二型性,属于 2B 型。作者观察了从滇西北得到的材料则为 2n＝30＝10m+4sm+12st+4t,核型不对称性属于 3C 型,也是二型性核型。由于该种种内染色体数目及核型的差异较大,数目呈非整倍性变化,且其基数有多种,从我们的结果来看它可能是一个多倍体。

9. 垫形蒿 Artemisia minor Jacq. ex DC.

体细胞染色体数目为 2n＝18,核型公式为 2n＝18＝16m+2sm(见图版Ⅱ-D,Ⅲ-D),核型模式图见图 1。染色体参数见表 2,染色体相对长度的大小为 16.41—9.20,最长与最短的染色体的比值为 1.78,臂比值大于 2.00 的染色体的有 1 对,核型不对称性属于 2A 型。该种核型为首次报道。

该属植物约 350 种以上,北温带广布,西藏地区约有 50 余种。国外学者 Kurosava [19],对产于西喜马拉雅的一些种的染色体数目进行了计数,有 2n＝34, 36, 2n＝54。Hsu [20] 报道产于台湾两个种的 PMC'S 分别为 n＝17, n＝9。Friedrich [21] 报道的几个种的体细胞染色体数目为 2n＝16,18。曹瑞 [22] 报道了蒿属两个种的核型,*A. ordosica* 2n＝36＝ 28m+ 6sm+2st, *A. intramongolica* 2n＝36＝26m+2sm+8st(2SAT),它们的核型不对称性都属于 2B 型。Darlington [23] 认为该属的染色体基数有 x＝8,9 和其复合体 x＝17

三种。

10. 弯茎还阳参 Crepis flexuosa (Ledeb.)C.B.Clarke

这个种采自西藏的最西部——日土班公湖一带，该植物是这地区的优势种。体细胞染色体数目为2n=14，核型公式为2n=14=12m+2sm(见图版Ⅰ-E，Ⅲ-E)，核型模式图见图1。染色体参数见表2，染色体相对长度的大小为19.03—11.38，最长与最短的染色体的比值为1.67，臂比值大于2.00的染色体的有1对，核型不对称性属于2A型。该种的核型分析为首次。

这一类群植物主要分布于温带至热带和南非，我国亦有分布。有关该属植物的染色体数目报道的较多。早在40年代Babcock[24]就从其分类，系统发育，细胞学等方面对该属进行了精辟的阐述，并报道了该属60%种类的细胞学研究结果。此后Chuang et. al[25]，Loon & Jong[26]，Rostovtseva[27]分别对一些种的染色体作了研究报道。从上述作者的结果来看，该属植物染色体基数被归纳为x=3,4,5,6,7,8,11[23]。这一类群的染色体数目和倍性变异较大，是研究染色体进化的好材料。

11. 西藏微孔草 Microula tibetica Benth.

体细胞染色体数目为2n=24(见图版Ⅱ-L)。因其染色体较小，仅作数目报道。该属植物主要分布于我国西南和西北地区。首次报道了该类群的染色体数目。

12. 异叶青兰 Dracocephalum heterophyllum Benth.

体细胞染色体数目为2n=24(见图版 Ⅰ-F)。该属植物还有其它种染色体数目报道D. austricaum 2n=14[28]，*D. discolor* 2n=12[29] *D. multicolor* 2n=10[14]。我们的结果与Astanova[30]所报道的一致。

参考文献

[1] 应俊生，张志松. 中国植物区系中的特有现象——特有属的研究. 植物分类学报 1984; **22**(4):159—268

[2] Levan A K, Fredga G. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 1964; **52:** 197—200

[3] Stebbins G L. Chromosome evolution in higher plants. London: Addision -Wesley Publ. 1971; 216

[4] Tschechow T, Kartaschowa N. *Cytologia* 1932; **3:** 221

[5] Mu S N, Shue L Z.Chromosome Number Reports LXXXIX. *Taxon* 1985; **34:** 727—730

[6] Malla S B. In IOPB chromosome number reports LXII. *Taxon* 1978; **27:** 519—535

[7] Malla S B, In IOPB chromosome number reports LXV. *Taxon* 1979; **28:** 627—628

[8] Singal V K, Gill B S, Bir S S. In Chromosome number reports LXVII. *Taxon* 1980; **29:** 355—357

[9] 张寿洲. 内蒙古八种锦鸡儿染色体数目初报. 内蒙古大学学报(自然科学版) 1980; **19**(3): 552—553

[10] 李沛琼，倪志诚. 西藏豆科植物区系的形成和分化. 植物分类学报 1982; **20**(2): 142 —154

〔11〕 Vasudevan K N. Contribution to the cytotaxonomy and cytogeography of the flora of the Himalayas (with an attempt to compare it to the flora of the Alps). Part II. *Ber Schweiz Bot Ges* 1975; **85:** 210—252

[12] Levan, A K. *Hereditas* 1931; **15:**347

[13] Mehra P N, Sachdeva S K. In IOPB chromosome number reports XLIX. *Taxon* 1975a; **24:** 501—516

14] Belaeva V A, Siplivinsky V. In Chromosome number reports LXXII *Taxon* 1981; **30:** 857—860

〔15〕 Dawe J C, Murry D F. Chromosome numbers of selected Alaska vascular plants. *Canad J Bot.* 1981; **59**(8):1373—1381

〔16〕 Hong De-yuan, Sauer W.Cytotaxonomical studied of the Liliaceae(s.l.) in the Changbai Mountains of Northeastern China. *Cathaya* 1990; **2:** 151—164

17. Kumar V. Karyotype in two Himalayan species of Polygonatum. *Experientia* 1959; **15**(11): 419—420.

[18] 汪劲武,李懋学,杨继.黄精属细胞分类学研究 Ⅰ.8个种的核型和进化.武汉植物学研究 1987; **5**(1): 1—9

〔19〕 Kurosava S. In: Hara H. Cytological studies on some eastern Himalayan plants and their related species. The Flora of Eastern himalaya, Second Report. Tokyo: University of Tokyo Press. 1971: 355—362

〔20〕 Hsu C C. Preliminary chromosome studies on the vascular plants of Taiwan (III). The aster family, Compositae. *Taiwania* 1970; **15**: 17—29

〔21〕 Friedrich E. In: Raven P H, Walter J. Chromosomal Differentiation and Evolution in Agiosperm Groups. Morden Apects of Species. Tokyo: University of Tokyo Press. 1986; 59—86

[22] 曹瑞,张寿洲.两种蒿属植物的染色体数目和核型研究.武汉植物学研究 1990; **8**(1) :9—12

〔23〕 Darlington C D, Wylie A P. Chromosome atlas of flowering plants. London: George Allen Unwin Ltd. 1955; 1—520

[24] Babcock E B. The genus Crepis. Berkeley and Los Angeles: University of Californis press 1947; 21

[25] Chuang T L, Chao C Y. Chromosome numbers of the vascular plants of Taiwan I. *Taiwania* 1962; **7**: 51—56

[26] Loon Van, J C & H. DE Jon. In IOPB chromosome number reports LIX. *Taxon* 1978; **27**: 53—61

〔27〕 Rostovtseva T S. Chromosome numbers of some species of the family Asteraceae II. *Bot Zurn* 1983; **68**(5):660—664. (In Russian)

[28] Murin A, Majovsky J. In IOPB chromosome number reports LXI. *Taxon* 1978; **27** : 375—392

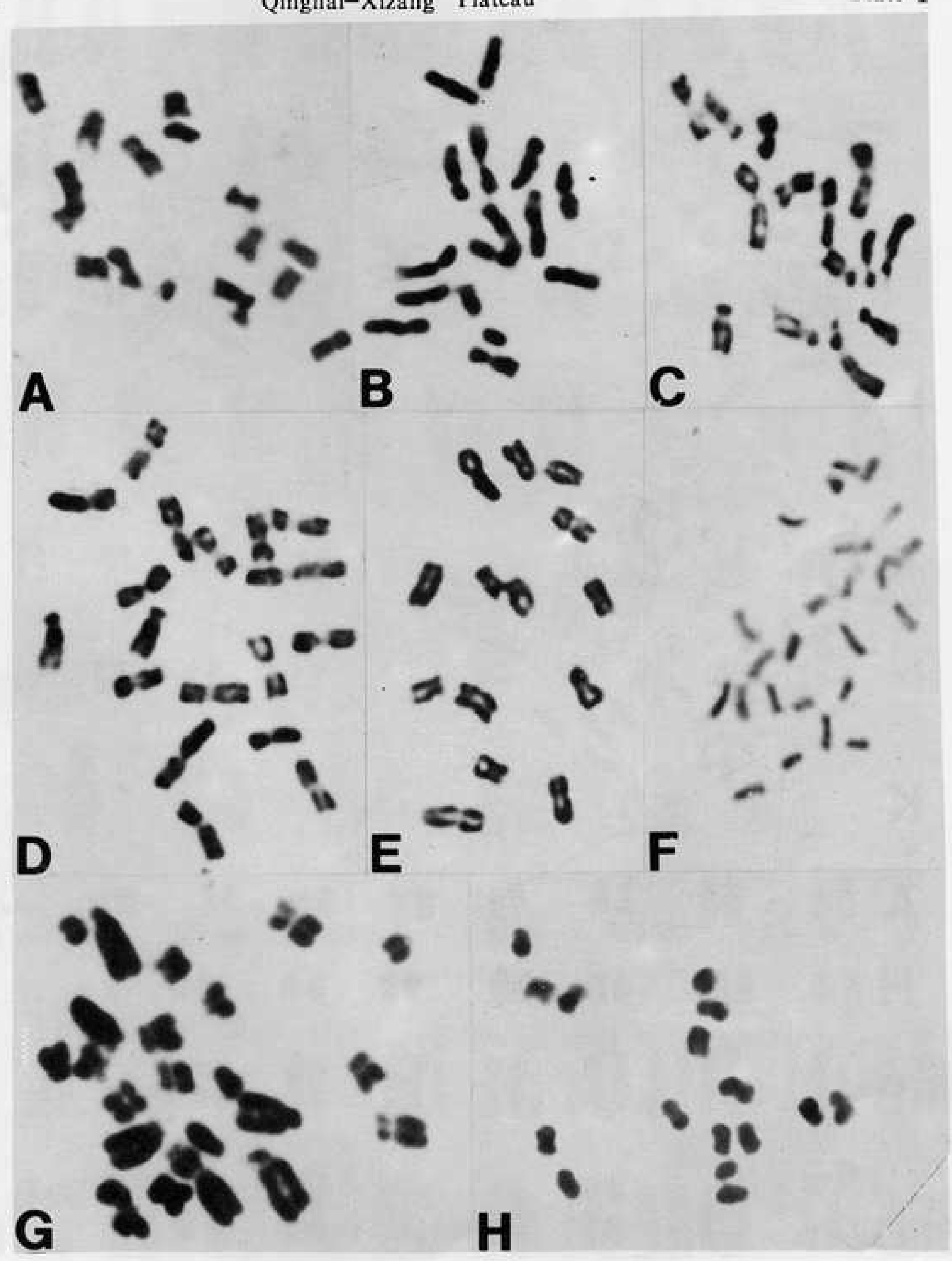
〔29〕 Krashnobov J M, Rostovtseva T S. chromosome numbers of some plant species from the south of Siberia. *Bot Zurn*. 1975; **60**(6): 853—860.(In Russian)

〔30〕 Astanova S B. Novye dannye o khromosomnikh chiklakh nekotorykh vidov gubcventykh Tadzhikistana. Izv. Akad. Nauk Tdziksk.SSR. *Ser. Biol. Nauk* (Dushanber) 1981a; **1**(82):10—15

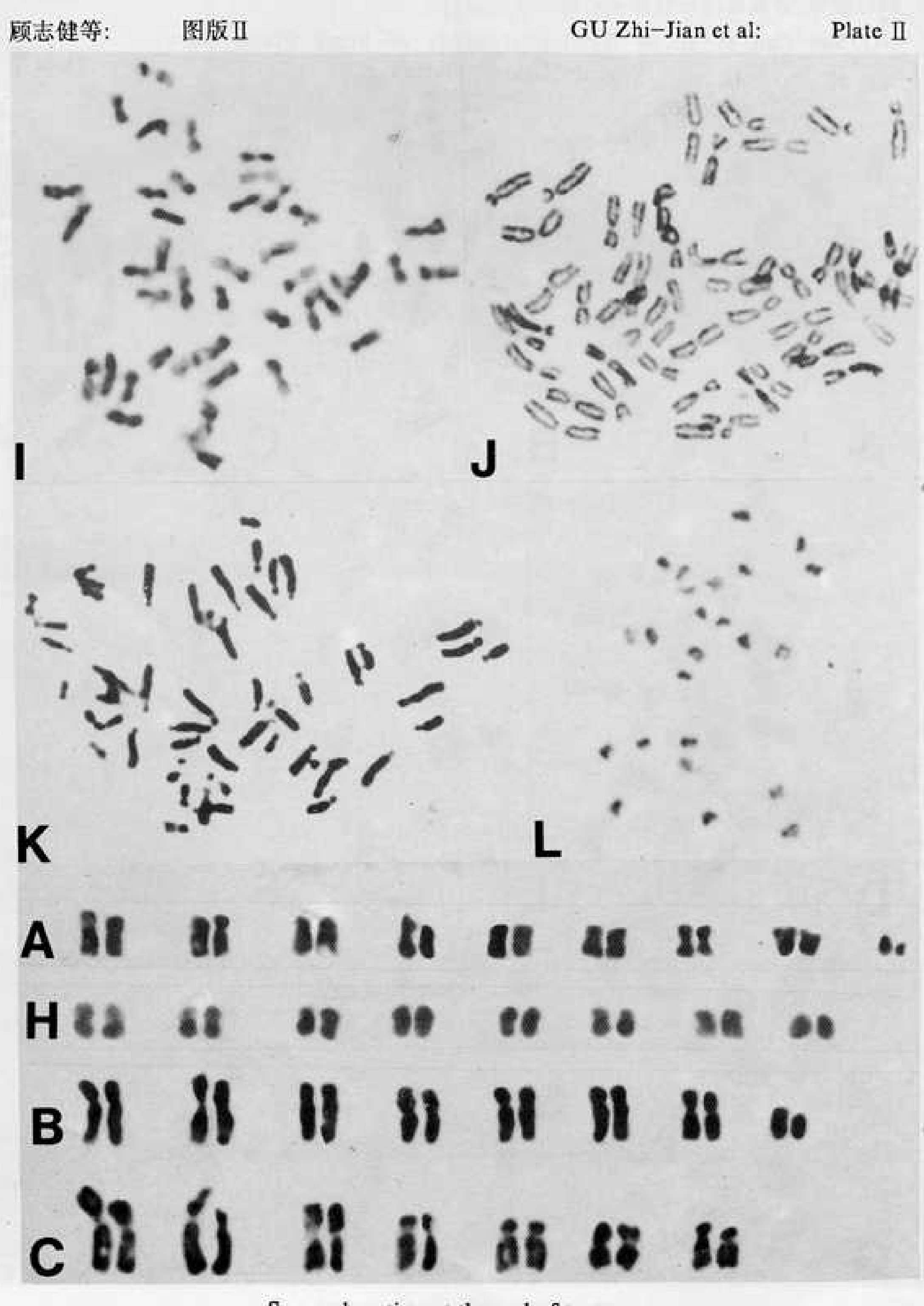
Explanation of plates

Plate Ⅰ—Ⅲ. The somatic chromosomes and karyotypes in miotic metaphase

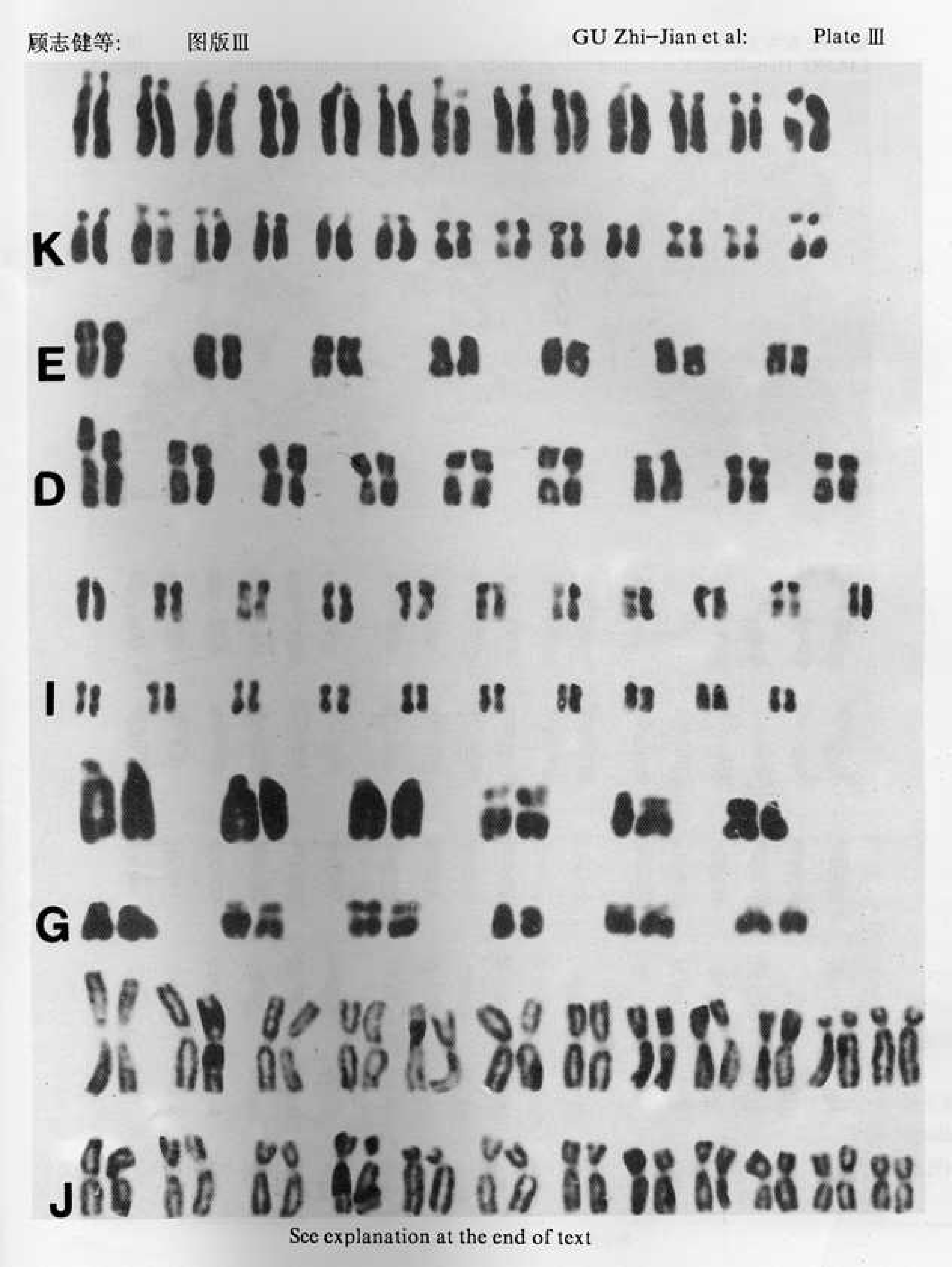
A. *Caragana versicolor* Benth. B. *Chesneya nubigena* (D. Don)ali. C. *Christolea crassifolia* Camb. D. *Artemisia minor* Jacq. ex DC. E. *Crepis flexuosa* (Ledeb)C. B. Clarke. F. *Dracocphalum heterophyllum* Benth. G. *Lloydia serotina* (L.) Reich. H. *Caragana gerardiana* Royle. I. *Physochlaina praealta* (Decne.) Miers. J. *Allium sikkimense* Baker. K. *Polygonatum cirrhifolium* (Wall.) Roral. L. *Microula tibetica* Benth.



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text